第Ⅴ部門　　単一の粗骨材による ASR 膨張挙動に関する基礎的研究

関西大学環境都市工学部　学生会員　○　山下　陸
関西大学環境都市工学部　正会員　　上田　尚史

1. はじめに

本研究では，アルカリシリカ反応（ASR）によるコンクリートの膨張挙動を解明することを目的として，単一の粗骨材の ASR 膨張挙動の把握を試みた．使用骨材やアルカリ総量など影響や，浸漬溶液や養生温度の影響に着目して検討した．

2. 実験概要

本研究では，**図-1** に示すように粒径 10mm 程度の粗骨材一つを混入させた 1 辺約 40mm のモルタル立方体供試体を用いて，ASR 膨張試験を行った．供試体に用いたモルタルは，水セメント比 W/C を 66%，セメントに対する細骨材の重量比 S/C を 2.89 とした．セメントには普通ポルトランドセメントを，細骨材には非反応性の川砂を用いた．粗骨材には反応性骨材として Rc/Sc=0.2 の北海道産の安山岩と Rc/Sc=0.5 の新潟県産の安山岩を，非反応性骨材として砕石を用いた．供試体は，脱型後 10 日間水中養生を行い，その後 ASR 膨張試験を行った．実験は，**図-2** に示すように，供試体条件として粗骨材種類とアルカリ総量を，環境条件として養生温度と浸漬溶液を実験要因とした．膨張試験では**図-1** に示すように，マイクロメータを用いて面の中心間の変化量を測定し，膨張率を算出した．なお測定期間は 13 週間とした．また，測定のばらつきを考慮するため同一条件で 4 体の供試体に対して試験した．

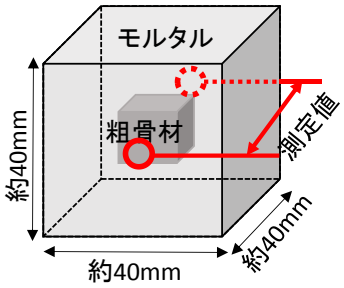


図-1　供試体概要

図-2　実験パラメータ

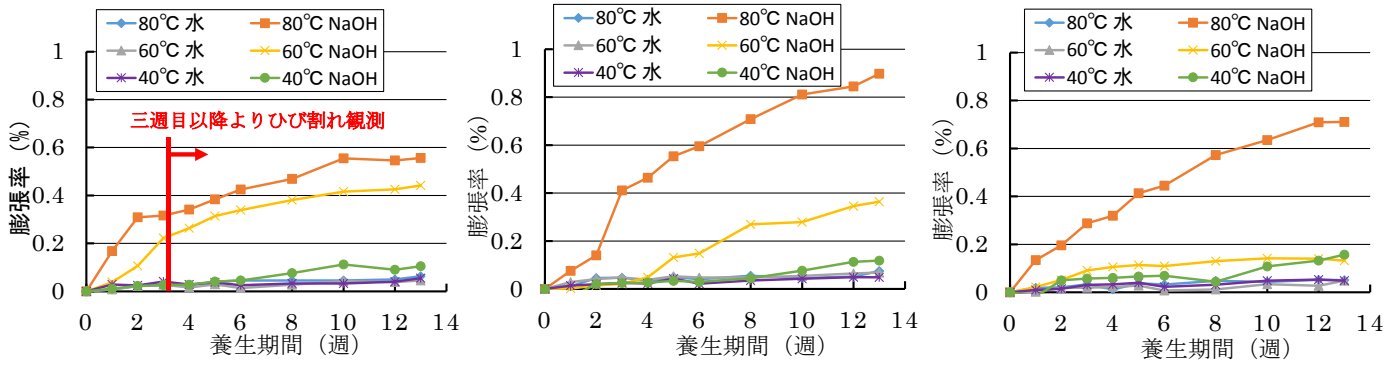
3. 測定結果

3.1　粗骨材種類の違いによる膨張率への影響

図-3 にアルカリ総量が 8.0kg/m³ の粗骨材の違いによる膨張率と養生期間の関係を表す．NaOH 溶液で浸漬した場合，非線形的に膨張率が大きくなる結果となった．また，本実験では非反応性骨材も膨張を示す結果となった。粗骨材種類の違いにより膨張率の大きさが異なるような傾向は見られなかったが，北海道産を混入した供試体では，3 週目以降からひび割れが確認された．

3.2　環境条件の違いによる膨張率への影響

図-3 より NaOH 溶液で浸漬した場合は，養生の温度大きくなることにより膨張率は大きくなり，ASR の温度依存性を確認することができた．しかし水で浸



(a) 北海道産　(b) 新潟県産　(c) 非反応性

図-3　粗骨材種類による膨張率と養生期間の関係（8.0kg/m³）

Riku YAMASHITA and Naoshi UEDA
n.ueda@kansai-u.ac.jp

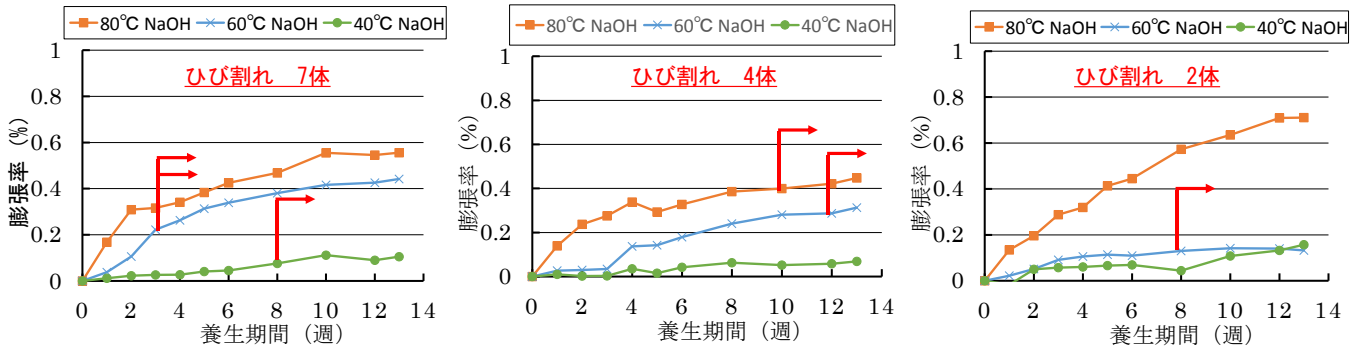


図-4　アルカリ総量の違いによる膨張率と養生期間の関係（北海道産）

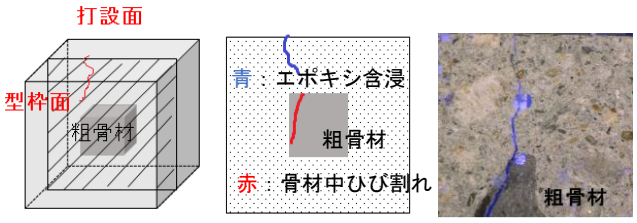
漬した場合は，膨張率は 0.1%未満と小さい結果であり，温度に違いによる膨張率の大きさに傾向は見られなかった．

3.3　アルカリ総量の違いによる膨張率への影響

図-4 に北海道産の粗骨材を使用し，NaOH 溶液で浸漬した条件での，アルカリ総量の違いによる膨張率と養生期間の関係を示す．いずれのアルカリ総量においても，養生初期から非線形的に膨張率が大きくなる結果となった。本実験においては，アルカリ総量の違いにより，膨張率の大きさに明確な違いは見られなかったが，アルカリ総量が異なることでひび割れ発生時期に違いが見られた。すなわち，8.0kg/m³ では 3 週目から，4.0kg/m³ では 10 週目から，2.5kg/m³ では 8 週目から発生した．また，アルカリ総量が大きいほど，ひび割れが生じた供試体数が多い結果となった．ただし，ひび割れ発生時の膨張率の大きさは，それぞれの供試体で異なっており，ひび割れ発生の基準となるような膨張率は確認できなかった．

4.　蛍光エポキシ含浸法を用いたひび割れ観察

供試体部分と粗骨材周りのひび割れの確認を目的とし，手塚らの研究[1]を参考にし，蛍光エポキシ樹脂を含浸させることによるひび割れ観察を行った．本研究では，供試体を蛍光エポキシ樹脂に含浸させ硬化させた後，供試体を切断しブラックライトとマイクロスコープを用いて観察を行った．図-5 に，一例としてアルカリ総量 2.5kg/m³，養生温度 60℃の供試体に対する結果を示す．図-5(a)に示すように，ひび割れは打設面と型枠面にかけて生じていた．エポキシ含浸後に切断面を観察すると，ひび割れ部分のエポキシ樹脂の充填を観察できたが，粗骨材周りのひび割れには含浸できていなかった（図-5(b)）．そこで，供試体切断



(a) ひび割れ供試体　(b) 切断面　(c) 切断面での含浸

図-5　ひび割れ供試体観察結果

面に再度，エポキシ樹脂を含浸させ観察することで，ひび割れ部分と粗骨材周りのひび割れのつながりが観察できた（図-5(c)）．このことから，供試体に生じたひび割れは，単一粗骨材の ASR 膨張が原因ではないかと推察される．

5.　まとめ

本研究の結果を以下にまとめる．

(1) 供試体条件（アルカリ総量・粗骨材種類）の違いにより，膨張率の大きさに違いは見られなかったが，NaOH 溶液で浸漬した北海道産の骨材を用いた供試体ではひび割れが生じた．

(2) NaOH 溶液で浸漬した場合，温度が高いほど膨張率は大きくなった．一方，水で浸漬した場合は，膨張率は 0.1%未満と小さい結果であった．

(3) 蛍光エポキシ樹脂含浸法用いることで，ひび割れ部分と粗骨材周りのひび割れのつながりが観察できた．また観察の結果から，単一粗骨材の ASR による膨張がひび割れの原因と推察された．

参考文献

1) 手塚喜勝，朝倉啓仁，中村眞一，佐々木元茂；蛍光エポキシ樹脂含浸法によるコンクリートコアサンプルの微細ひび割れの可視化手法，株式会社ジオテック，2005.